

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-123082

(43)Date of publication of application : 25.04.2003

(51)Int.Cl.

G06T 11/40
G06T 15/00

(21)Application number : 2001-314691

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 12.10.2001

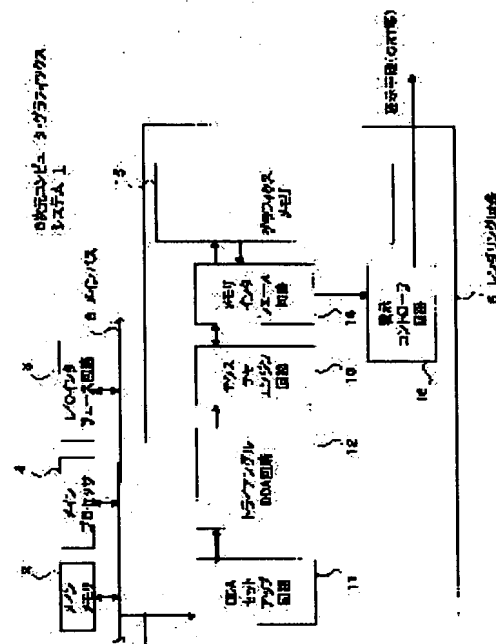
(72)Inventor : INADA TETSUGO

(54) DEVICE AND METHOD FOR IMAGE PROCESSING AND COMPUTER PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image processor and method capable of efficient processing in drawing processing of unit graphic.

SOLUTION: In a configuration for performing drawing processing of unit graphic, for example, in which polygons, etc., continue, integration processing of area data that are simultaneously processable is conducted to perform drawing. The number of effective pixels within a processable unit area is increased in one processing the number of pieces of area data can be reduced, and the efficiency of drawing processing is accomplished. In continuous drawing processing for polygons, rectangular area data corresponding to each polygon are integrated to generate one piece of rectangular area data and processing is carried out about a unit area existing in an adjacent side of an adjacent polygon, for example, a rectangular area.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

30.09.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

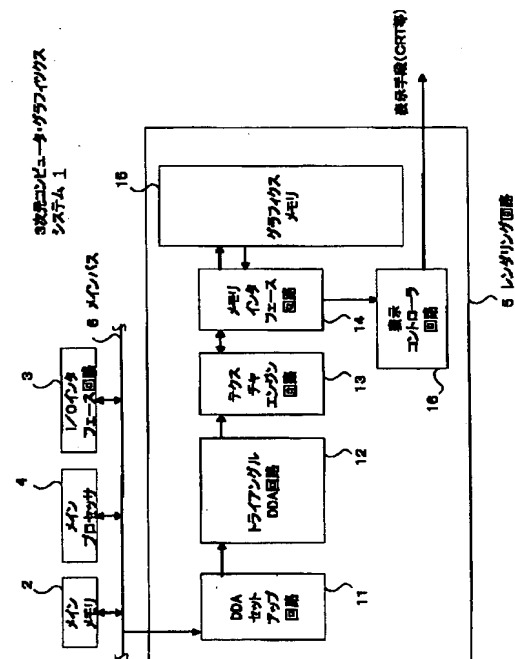
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(11)特許出願公開番号
特開2003-123082
(P2003-123082A)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ページト* (参考)
G 0 6 T 11/40	2 0 0	G 0 6 T 11/40	2 0 0 5 B 0 8 0
15/00	1 0 0	15/00	1 0 0 A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】描画処理対象モデルを単位図形に分割して、スクリーン座標系の描画対象領域内にピクセルを発生させて描画処理を行なう画像処理装置において、前記単位図形に含まれる処理単位領域毎のピクセル属性値を処理単位領域データとして算出する処理単位領域データ生成手段と、

前記処理単位領域データ生成手段において生成された複数の処理単位領域データが同一の位置情報を有する場合に、該複数の処理単位領域データの統合処理を実行する処理単位領域データ統合手段と、
を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】前記画像処理装置は、さらに、異なる単位図形間の隣接関係に基づいて、前記処理単位領域データ生成手段における処理手順を決定する描画順決定手段を有し、
前記処理単位領域データ生成手段は、並列処理可能な複数の処理単位領域データ生成手段によって構成され、
前記描画順決定手段は、

2つの単位図形間の隣接辺を含む処理単位領域、および、2つの単位図形間の隣接辺を含まない非隣接部の処理単位領域についての処理単位領域データの生成処理のいずれか一方の処理を、前記複数の処理単位領域データ生成手段において並列に実行するように描画順の決定処理を実行する構成としたことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】前記画像処理装置は、さらに、異なる単位図形間の隣接関係に基づいて、前記処理単位領域データ生成手段における処理手順を決定する描画順決定手段を有し、
該描画順決定手段は、

1つの単位図形の描画処理手順を、先行処理単位図形との隣接部、非隣接部、後続処理単位図形との隣接部の順番として設定する処理を実行する構成であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】前記画像処理装置は、さらに、異なる単位図形間の隣接関係に基づいて、前記処理単位領域データ生成手段における処理手順を決定する描画順決定手段を有し、
該描画順決定手段は、

単位図形の境界としての辺を含む領域の描画順を、時計回り、又は反時計回りいずれかのループ状に設定する構成であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】前記処理単位領域データ統合手段は、前記処理単位領域データ生成手段において生成された処理単位領域データの持つ位置情報が同じで、かつ処理単位領域内の有効ピクセル位置が重複しないことを条件として複数の処理単位領域データを 1つの処理単位領域データに統合する処理を実行する構成であることを特徴と

する請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】前記画像処理装置は、
前記処理単位領域データ生成手段において生成された処理単位領域データを記憶する単位領域データ記憶手段を有し、
前記処理単位領域データ統合手段は、前記処理単位領域データ記憶手段に記憶された複数の処理単位領域データの位置情報に基づいて統合可能性を判定する構成を有することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】描画処理対象モデルは 3 次元モデルであり、前記単位図形はポリゴンであることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】描画処理対象モデルを単位図形に分割して、スクリーン座標系の描画対象領域内にピクセルを発生させて描画処理を行なう画像処理方法において、前記単位図形に含まれる処理単位領域毎のピクセル属性値を処理単位領域データとして算出する処理単位領域データ生成ステップと、
前記処理単位領域データ生成ステップにおいて生成された複数の処理単位領域データが同一の位置情報を有する場合に、該複数の処理単位領域データの統合処理を実行する処理単位領域データ統合ステップと、
を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 9】前記画像処理方法は、さらに、異なる単位図形間の隣接関係に基づいて、前記処理単位領域データ生成手段における処理手順を決定する描画順決定ステップを有し、
前記処理単位領域データ生成ステップは、並列処理可能な複数の処理単位領域データ生成手段によって実行され、
前記描画順決定ステップは、

2つの単位図形間の隣接辺を含む処理単位領域、および、2つの単位図形間の隣接辺を含まない非隣接部の処理単位領域についての処理単位領域データの生成処理のいずれか一方の処理を、前記複数の処理単位領域データ生成手段において並列に実行するように描画順の決定処理を実行することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理方法。

【請求項 10】前記画像処理方法は、さらに、異なる単位図形間の隣接関係に基づいて、前記処理単位領域データ生成ステップにおける処理手順を決定する描画順決定ステップを有し、
該描画順決定ステップは、
1つの単位図形の描画処理手順を、先行処理単位図形との隣接部、非隣接部、後続処理単位図形との隣接部の順番として設定する処理を実行することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理方法。

【請求項 11】前記画像処理方法は、さらに、異なる単位図形間の隣接関係に基づいて、前記処理単位領域データ生成ステップにおける処理手順を決定する描

画順決定ステップを有し、

該描画画順決定ステップは、

単位図形の境界としての辺を含む領域の描画順を、時計回り、又は反時計回りいずれかのループ状に設定することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理方法。

【請求項 12】前記処理単位領域データ統合ステップは、

前記処理単位領域データ生成ステップにおいて生成された処理単位領域データの持つ位置情報が同じで、かつ処理単位領域内の有効ピクセル位置が重複しないことを条件として複数の処理単位領域データを 1 つの処理単位領域データに統合する処理を実行することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理方法。

【請求項 13】前記画像処理方法は、

前記処理単位領域データ生成ステップにおいて生成された処理単位領域データを記憶手段に記憶する単位領域データ記憶ステップを有し、

前記処理単位領域データ統合ステップは、前記単位領域データ記憶ステップにおいて記憶された複数の処理単位領域データの位置情報に基づいて統合可能性を判定することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理方法。

【請求項 14】描画処理対象モデルは 3 次元モデルであり、前記単位図形はポリゴンであることを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理方法。

【請求項 15】描画処理対象モデルを単位図形に分割して、スクリーン座標系の描画対象領域内にピクセルを発生させて描画処理を行なう画像処理をコンピュータ・システム上で実行せしめるコンピュータ・プログラムであって、

前記単位図形に含まれる処理単位領域毎のピクセル属性値を処理単位領域データとして算出する処理単位領域データ生成ステップと、

前記処理単位領域データ生成ステップにおいて生成された複数の処理単位領域データが同一の位置情報を有する場合に、該複数の処理単位領域データの統合処理を実行する処理単位領域データ統合ステップと、

を具備することを特徴とするコンピュータ・プログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、グラフィクス演算装置等の画像処理装置および画像処理方法、並びにコンピュータ・プログラムに関する。詳しくは、単位図形の連続描画処理を実行する構成において、描画処理の処理単位領域を複数の単位図形間で統合してまとめて処理を実行することにより、処理単位領域内に占める有効画素数を増やし、かつ、単位領域データ数を減らして、画像を効率的に描画することを可能とした画像処理装置および画像処理方法、並びにコンピュータ・プログラムに関する。

【0002】

【従来の技術】昨今のコンピュータシステムにおける演算速度の向上や描画機能の強化とも相俟って、コンピュータ資源を用いて図形や画像の作成や処理を行う「コンピュータ・グラフィクス」(CG)技術が盛んに研究・開発され、さらに実用化されている。

【0003】例えば、3次元グラフィクスは、3次元オブジェクトが所定の光源によって照らされたときの光学現象を数学モデルで表現して、該モデルに基づいてオブジェクト表面に陰影や濃淡を付けたり、さらには模様を貼り付けたりして、よりリアルで 3 次元的な 2 次元高精細画像を生成するものである。コンピュータ・グラフィクスは、科学、工学、製造などの開発分野での CAD/CAM、その他の各種応用分野においてますます盛んに利用されるようになってきている。

【0004】3次元グラフィクスは、一般には、フロントエンドとして位置づけられる「ジオメトリ・サブシステム」と、バックエンドとして位置づけられる「ラスタ・サブシステム」とで構成される。

【0005】ジオメトリ・サブシステムは、ディスプレイ・スクリーン上に表示する 3 次元オブジェクトの位置や姿勢などの幾何学的な演算処理を行う過程のことである。ジオメトリ・サブシステムでは、一般に、オブジェクトは多数のポリゴンの集合体として扱われ、ポリゴン単位で、「座標変換」、「クリッピング」、「光源計算」などの幾何学的な演算処理が行われる。

【0006】一方、ラスタ・サブシステムは、オブジェクトを構成する各ピクセル(pixel)を塗りつぶす過程のことである。ラスタライズ処理は、例えば、ポリゴンの頂点毎に求められた画像パラメータを基にして、ポリゴン内部に含まれるすべてのピクセルの画像パラメータを補間することによって実現される。ここで言う画像パラメータには、RGB形式などで表される色(描画色)データ、奥行き方向の距離を表す Z 値などがある。また、最近の高精細な 3 次元グラフィクス処理では、遠近感を醸し出すための f (fog:霧)や、物体表面の素材感や模様を表現してリアリティを与えるテクスチャ(texture)なども、画像パラメータの 1 つとして含まれている。

【0007】ここで、ポリゴンの頂点情報からポリゴン内部のピクセル発生処理では、よく DDA (Digital Differential Analyzer) と呼ばれる線形補間手法を用いて実行される。DDA プロセスでは、頂点情報からポリゴンの辺方向へのデータの傾きを求め、この傾きを用いて辺上のデータを算出した後、続いてラスタ走査方向(X方向)の傾きを算出し、この傾きから求めたパラメータの変化分を、走査の開始点のパラメータ値加えていくことで、内部のピクセルを発生していく。

【0008】このとき、1ピクセル単位で走査を行う代わりに、領域単位で走査を行うことで、複数のピクセル

を同時に発生する、という方法がある。その一つとして、特開平2000-338959号(特願11-152702)公報に記載されているものがある。本公報に記載の方法は、ピクセルを矩形内の領域単位で発生して同時に処理を行い、矩形領域単位のピクセルをまとめて矩形領域データとして後段の処理へ渡すことで、ピクセルの描画速度を向上させたものである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、例えば、立体モデルを単位図形であるポリゴン(三角形)の組み合わせとして表現し、このポリゴンの描画処理を、上述の矩形領域単位でのピクセル処理を適用して実行しようすると、処理の効率が低下する場合がある。

【0010】図15を参照して説明する。図15(a)に示すように、ピクセルの発生処理単位領域として4×2の矩形領域(例えば矩形領域501)が設定されているとする。このとき、描画処理対象である立体モデルの単位図形であるポリゴン(三角形)が図に示すように、ポリゴン502、ポリゴン503の2つを有するとする。

【0011】ポリゴン502は、矩形領域501の左側の4ピクセルを描画領域として含み、また、ポリゴン503は、矩形領域501の右側の3ピクセルを描画領域として含む。このとき、従来の描画装置は、ポリゴン502を描画する時と、ポリゴン503を描画する場合とで、個別に処理することになる。従って、同一矩形、すなわち矩形領域501内に含まれるピクセルであっても、ポリゴン502を描画する時と、ポリゴン503を描画する場合との2回の処理を実行することになる。

【0012】すなわち、図15(b)に示すように、ポリゴン502を描画する処理において、ピクセル発生処理単位領域である矩形領域501内の4ピクセルについての処理が実行され、その後、図15(c)に示すように、ポリゴン503を描画する処理において、矩形領域501内の3ピクセルについての処理が実行されることになる。このように、実際は1つの矩形領域データにまとめることができるにもかかわらず、2つの矩形領域データが個別に生成されることになり、処理データ量が増加し、領域単位でのピクセル発生構成による処理効率の向上を阻害するという点で問題があった。

【0013】図15に示す例は、ピクセルの発生単位領域内に2つのポリゴン(三角形)が含まれる場合の例であるが、さらに多くのポリゴン(三角形)が含まれる場合には、処理効率の低下という問題点は一層顕著になる。

【0014】図16にピクセルの発生単位領域内に5つの単位図形としてのポリゴン(三角形)が含まれる場合の例を示す。図16において、ピクセルの発生単位領域として4×2の矩形領域(例えば矩形領域601)が設定されているとする。このとき、描画処理対象である立

体モデルの単位図形であるポリゴンが図に示すように、ポリゴン611、612、623、614、615の5つあり、これらがすべて矩形領域601内に描画ピクセルを有するとする。

【0015】このような場合、従来の描画装置では、各ポリゴン(三角形)ごとに処理がなされる。すなわち、図16(b)に示すように、ポリゴン611を描画する処理において、矩形領域601内の1ピクセルについての処理が実行され、その後、図16(c)に示すように、ポリゴン612を描画する処理において、矩形領域601内の2ピクセルについての処理が実行され、さらに、図16(d)に示すポリゴン613の描画処理において、矩形領域601内の1ピクセル、図16(e)に示すポリゴン614の描画処理において、矩形領域601内の1ピクセル、図16(f)に示すポリゴン615の描画処理において、矩形領域601内の3ピクセルについての処理が順次実行されることになる。

【0016】このように、実際は1つの矩形領域データにまとめることができるにもかかわらず、5つの矩形領域データが個別に生成されることになり、処理データ量が増加し、領域単位でのピクセル発生構成による処理効率の向上を大きく阻害させてしまうという問題があった。

【0017】本発明はこのような状況に鑑みてなされたものであり、単位図形の連続描画処理を実行する構成において、描画処理の処理単位領域を複数の単位図形間で統合してまとめて処理を実行することにより、処理単位領域内に占める有効画素数を増やし、かつ、単位領域データ数を減らして、画像を効率的に描画することを可能とした画像処理装置および画像処理方法、並びにコンピュータ・プログラム提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の側面は、描画処理対象モデルを単位図形に分割して、スクリーン座標系の描画対象領域内にピクセルを発生させて描画処理を行なう画像処理装置において、前記単位図形に含まれる処理単位領域毎のピクセル属性値を処理単位領域データとして算出する処理単位領域データ生成手段と、前記処理単位領域データ生成手段において生成された複数の処理単位領域データが同一の位置情報を有する場合に、該複数の処理単位領域データの統合処理を実行する処理単位領域データ統合手段と、を有することを特徴とする画像処理装置にある。

【0019】さらに、本発明の画像処理装置の一実施態様において、前記画像処理装置は、さらに、異なる単位図形間の隣接関係に基づいて、前記処理単位領域データ生成手段における処理手順を決定する描画順決定手段を有し、前記処理単位領域データ生成手段は、並列処理可能な複数の処理単位領域データ生成手段によって構成され、前記描画順決定手段は、2つの単位図形間の隣接辺

10

20

30

40

50

を含む処理単位領域、および、2つの単位図形間の隣接辺を含まない非隣接部の処理単位領域についての処理単位領域データの生成処理のいずれか一方の処理を、前記複数の処理単位領域データ生成手段において並列に実行するように描画順の決定処理を実行する構成としたことを特徴とする。

【0020】さらに、本発明の画像処理装置の一実施態様において、前記画像処理装置は、さらに、異なる単位図形間の隣接関係に基づいて、前記処理単位領域データ生成手段における処理手順を決定する描画順決定手段を有し、該描画順決定手段は、1つの単位図形の描画処理手順を、先行処理単位図形との隣接部、非隣接部、後続処理単位図形との隣接部の順番として設定する処理を実行する構成であることを特徴とする。

【0021】さらに、本発明の画像処理装置の一実施態様において、前記画像処理装置は、さらに、異なる単位図形間の隣接関係に基づいて、前記処理単位領域データ生成手段における処理手順を決定する描画順決定手段を有し、該描画順決定手段は、単位図形の境界としての辺を含む領域の描画順を、時計回り、又は反時計回りいずれかのループ状に設定する構成であることを特徴とする。

【0022】さらに、本発明の画像処理装置の一実施態様において、前記処理単位領域データ統合手段は、前記処理単位領域データ生成手段において生成された処理単位領域データの持つ位置情報が同じで、かつ処理単位領域内の有効ピクセル位置が重複しないことを条件として複数の処理単位領域データを1つの処理単位領域データに統合する処理を実行する構成であることを特徴とする。

【0023】さらに、本発明の画像処理装置の一実施態様において、前記画像処理装置は、前記処理単位領域データ生成手段において生成された処理単位領域データを記憶する単位領域データ記憶手段を有し、前記処理単位領域データ統合手段は、前記単位領域データ記憶手段に記憶された複数の処理単位領域データの位置情報に基づいて統合可能性を判定する構成を有することを特徴とする。

【0024】さらに、本発明の画像処理装置の一実施態様において、描画処理対象モデルは3次元モデルであり、前記単位図形はポリゴンであることを特徴とする。

【0025】さらに、本発明の第2の側面は、描画処理対象モデルを単位図形に分割して、スクリーン座標系の描画対象領域内にピクセルを発生させて描画処理を行なう画像処理方法において、前記単位図形に含まれる処理単位領域毎のピクセル属性値を処理単位領域データとして算出する処理単位領域データ生成ステップと、前記処理単位領域データ生成ステップにおいて生成された複数の処理単位領域データが同一の位置情報を有する場合に、該複数の処理単位領域データの統合処理を実行する

処理単位領域データ統合ステップと、を有することを特徴とする画像処理方法にある。

【0026】さらに、本発明の画像処理方法の一実施態様において、前記画像処理方法は、さらに、異なる単位図形間の隣接関係に基づいて、前記処理単位領域データ生成手段における処理手順を決定する描画順決定ステップを有し、前記処理単位領域データ生成ステップは、並列処理可能な複数の処理単位領域データ生成手段によって実行され、前記描画順決定ステップは、2つの単位図形間の隣接辺を含む処理単位領域、および、2つの単位図形間の隣接辺を含まない非隣接部の処理単位領域についての処理単位領域データの生成処理のいずれか一方の処理を、前記複数の処理単位領域データ生成手段において並列に実行するように描画順の決定処理を実行することを特徴とする。

【0027】さらに、本発明の画像処理方法の一実施態様において、前記画像処理方法は、さらに、異なる単位図形間の隣接関係に基づいて、前記処理単位領域データ生成ステップにおける処理手順を決定する描画順決定ステップを有し、該描画順決定ステップは、1つの単位図形の描画処理手順を、先行処理単位図形との隣接部、非隣接部、後続処理単位図形との隣接部の順番として設定する処理を実行することを特徴とする。

【0028】さらに、本発明の画像処理方法の一実施態様において、前記画像処理方法は、さらに、異なる単位図形間の隣接関係に基づいて、前記処理単位領域データ生成ステップにおける処理手順を決定する描画順決定ステップを有し、該描画順決定ステップは、単位図形の境界としての辺を含む領域の描画順を、時計回り、又は反時計回りいずれかのループ状に設定することを特徴とする。

【0029】さらに、本発明の画像処理方法の一実施態様において、前記処理単位領域データ統合ステップは、前記処理単位領域データ生成ステップにおいて生成された処理単位領域データの持つ位置情報が同じで、かつ処理単位領域内の有効ピクセル位置が重複しないことを条件として複数の処理単位領域データを1つの処理単位領域データに統合する処理を実行することを特徴とする。

【0030】さらに、本発明の画像処理方法の一実施態様において、前記画像処理方法は、前記処理単位領域データ生成ステップにおいて生成された処理単位領域データを記憶手段に記憶する単位領域データ記憶ステップを有し、前記処理単位領域データ統合ステップは、前記単位領域データ記憶ステップにおいて記憶された複数の処理単位領域データの位置情報に基づいて統合可能性を判定することを特徴とする。

【0031】さらに、本発明の画像処理方法の一実施態様において、描画処理対象モデルは3次元モデルであり、前記単位図形はポリゴンであることを特徴とする。

【0032】さらに、本発明の第3の側面は、描画処理

対象モデルを単位図形に分割して、スクリーン座標系の描画対象領域内にピクセルを発生させて描画処理を行なう画像処理をコンピュータ・システム上で実行せしめるコンピュータ・プログラムであって、前記単位図形に含まれる処理単位領域毎のピクセル属性値を処理単位領域データとして算出する処理単位領域データ生成ステップと、前記処理単位領域データ生成ステップにおいて生成された複数の処理単位領域データが同一の位置情報を有する場合に、該複数の処理単位領域データの統合処理を実行する処理単位領域データ統合ステップと、を具備することを特徴とするコンピュータ・プログラムにある。

【0033】なお、本発明のコンピュータ・プログラムは、例えば、様々なプログラム・コードを実行可能な汎用コンピュータ・システムに対して、コンピュータ可読な形式で提供する記憶媒体、通信媒体、例えば、CDやFD、MOなどの記憶媒体、あるいは、ネットワークなどの通信媒体によって提供可能なコンピュータ・プログラムである。このようなプログラムをコンピュータ可読な形式で提供することにより、コンピュータ・システム上でプログラムに応じた処理が実現される。

【0034】本発明のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本発明の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。なお、本明細書においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるものには限らない。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明の画像処理装置について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本実施形態においては、画像処理装置の具体例として、家庭用ゲーム機などに適用される、任意の3次元物体モデルに対する所望の3次元画像をCRTなどのディスプレイ上に高速に表示する3次元コンピュータグラフィックスシステムについて説明する。描画処理対象モデルとしての3次元物体モデルを単位図形としてのポリゴンに分割して、スクリーン座標系の描画対象領域内にピクセルを発生させて描画処理を行なう構成を持つ画像処理装置である。なお、本実施形態においては、単位図形を三角形のポリゴンとした例について説明するが、単位図形は三角形に限らず、例えば曲面を持つ構成等、任意の単位図形の採用が可能である。

【0036】図1は、本実施形態の3次元コンピュータグラフィックスシステム1の構成図である。3次元コンピュータグラフィックスシステム1は、立体モデルを単位図形であるポリゴン（三角形）の組み合わせとして表現し、このポリゴンを描画することで表示画面の各画素の色を決定し、ディスプレイに表示するポリゴンレンダリング処理を行うシステムである。また、3次元コンピュータグラフィックスシステム1では、平面上の位置を表現する(x, y)座標の他に、奥行きを表すz座標を用い

て3次元物体を表し、この(x, y, z)の3つの座標で3次元空間の任意の一点を特定する。

【0037】図1に示すように、3次元コンピュータグラフィックスシステム1は、メインメモリ2、I/Oインタフェース回路3、メインプロセッサ4、レンダリング回路5が、メインバス6を介して接続されている。

【0038】以下、各構成要素の機能について説明する。メインプロセッサ4は、例えば、I/Oインタフェース回路3を介するユーザ入力に基づく処理、あるいはプログラム処理状況、例えばゲームの進行状況などに応じて、メインメモリ2から必要なグラフィックスデータを読み出し、このグラフィックスデータに対してクリッピング (Clipping) 処理、ライティング (Lighting) 処理、およびジオメトリ (Geometry) 処理などを行い、ポリゴンレンダリングデータを生成する。

【0039】メインプロセッサ4は、ポリゴンレンダリングデータをメインバス6を介してレンダリング回路5へ出力する。I/Oインタフェース回路3は、必要に応じて、外部からポリゴンレンダリングデータを入力し、これをメインバス6を介してレンダリング回路5へ出力する。ここで、ポリゴンレンダリングデータは、ポリゴンの各3頂点のx, y, z座標、色情報、フォグ (fog: 霧) 値、テクスチャ (texture) 座標等を持つ。

【0040】以下、レンダリング回路5について詳細に説明する。図1に示すように、レンダリング回路5は、DDAセットアップ回路11、トライアングルDDA回路12、テクスチャエンジン回路13、メモリインタフェース回路14、グラフィックスメモリ15、表示コントローラ回路16を有する。

【0041】DDAセットアップ回路11は、メインバス6とトライアングルDDA回路12とに接続され、後段のトライアングルDDA回路12において、ポリゴンの3頂点の座標値、色、フォグ値、テクスチャ座標から、ピクセル毎に座標値、色、フォグ値、テクスチャ座標を求めるための前段の処理として、各値について、水平方向、垂直方向の変化分を求める。具体的には、開始点の値、終点の値、開始点と終点との距離の3つから、単位長さ分の変分 (DDAセットアップデータ) を算出する。算出した値をトライアングルDDA回路12へ出力する。

【0042】トライアングルDDA回路12は、DDAセットアップ回路11とテクスチャエンジン回路13とに接続され、ポリゴン描画順データにもとづく順番で、DDAセットアップ回路11から入力される値 (DDAセットアップデータ) に基づいて、処理単位領域としての矩形領域内の複数のピクセルについて、座標値、色、フォグ値、テクスチャ座標をまとめて求める処理を行なう。本実施形態では、まとめて処理を行なう複数ピクセルを持つ領域、すなわち処理単位領域を2×4の8ピクセルの矩形領域とする。この複数ピクセルをあつめたデ

ータを矩形領域データと呼ぶ。矩形領域データは、当該矩形領域データが描画される座標の位置情報を持つ。

【0043】矩形領域データは、ポリゴンの境界付近を描画する場合には、矩形領域の中で有効なピクセルが8つとは限らない。すなわちポリゴン（三角形）の辺にまたがる部分にある処理単位領域としての2×4の8ピクセルの矩形領域中、ポリゴン（三角形）の内側にあるピクセルのみが有効ピクセルとなる。

【0044】トライアングルDDA回路12は、矩形領域データが持つ位置情報をもとに、矩形領域データを統合できる場合にはデータの統合処理を行う。統合は、異なるポリゴン（三角形）に含まれる矩形領域データが、同じ位置情報を持ち、かつ、有効ピクセルが重複しない場合に行う。2つの矩形領域データが統合される場合を図2に、5つの矩形領域データが統合される場合を図3に示す。

【0045】図2は、ポリゴン（三角形）111の描画領域に処理単位領域としての矩形領域121を含み、また、他のポリゴン（三角形）112の描画領域に処理単位領域としての矩形領域122が含まれる場合のトライアングルDDA回路12の処理例を示すものであり、トライアングルDDA回路12は、矩形領域121に対応する位置情報と、矩形領域122に対応する位置情報とが同じ位置情報である場合に、これらの2つの矩形領域データを統合して矩形領域120の矩形領域データを生成する。

【0046】図3は、ポリゴン（三角形）131の描画領域に処理単位領域としての矩形領域141を含み、ポリゴン（三角形）132の描画領域に処理単位領域としての矩形領域142を含み、ポリゴン（三角形）133の描画領域に処理単位領域としての矩形領域143を含み、ポリゴン（三角形）134の描画領域に処理単位領域としての矩形領域144を含み、ポリゴン（三角形）135の描画領域に処理単位領域としての矩形領域145が含まれる場合のトライアングルDDA回路12の処理例を示すものであり、トライアングルDDA回路12は、各矩形領域141～145に対応する位置情報が同じ位置情報である場合に、これらの5つの矩形領域データを統合した処理単位領域として、矩形領域140の矩形領域データを生成する。

【0047】図4は、トライアングルDDA回路12の詳細構成図である。トライアングルDDA回路12は、描画順決定手段40、記憶手段49、矩形領域データ生成手段41、矩形領域データ生成手段42、隣接辺モードレジスタ43、隣接辺モードレジスタ44、モード終了レジスタ45、モード終了レジスタ46、矩形領域データ統合手段47、矩形領域データ記憶手段48を有する。

【0048】描画順決定手段40は、DDAセットアップ回路11と矩形領域データ生成手段41、42とに接

続され、DDAセットアップ回路11からの入力値（DDAセットアップデータ）に基づいて、後段の矩形領域データ生成手段41、42における描画処理順を決定する処理を実行する。

【0049】DDAセットアップ回路11からDDAセットアップデータを受領した描画順決定手段40は、受け取ったデータに基づいて、後段の矩形領域データ生成回路41、42において描画処理として実行される矩形領域データ生成処理の順番を決定する。

【0050】描画順決定手段40においては、1つのポリゴンにおける描画順を、以下のように決定する。最初の処理領域は、描画処理対象のポリゴンより先に描画する先行処理ポリゴンとの隣接辺とする。次の処理領域は、ポリゴンにおいて、他のポリゴンと隣接しない辺、およびポリゴン（三角形）を構成する3辺に囲まれた部分、最後の処理領域は、当該描画処理対象ポリゴンより後に描画する後続処理ポリゴンとの隣接辺とする。この順に描画順序を決定する。また、複数のポリゴンが隣接する辺の処理においては、隣接ポリゴン同士で辺を描画する方向が同じとなるようにポリゴン描画順データを生成する。

【0051】描画順決定手段40において実行される描画順決定方法の具体的な処理例について説明する。例えば、ポリゴンの辺を描画する方向は、例えば図5のように3辺とも、時計回り、または反時計回りのいずれかになるように設定する。ポリゴンの描画順は、描画処理対象ポリゴンより先に描画する先行処理ポリゴンとの隣接辺の描画方向によって、一意に決まる。連続するポリゴンの描画順について、図6を用いて説明する。図6において、3つの隣接するポリゴン61、62、63の描画を行なう場合について説明する。これら3つのポリゴンをポリゴン61、ポリゴン62、ポリゴン63の順に描画する場合、ポリゴン61の描画が終了すると次のポリゴン62の描画が実行される。ポリゴン62の描画順は、先に描画する先行処理ポリゴン61との隣接辺64、隣接しない辺と3辺に囲まれた部分65、66、最後に、当該ポリゴンより後に描画する後続処理ポリゴンとの隣接辺67の順となる。

【0052】このように1つのポリゴンの描画処理順は、先行処理ポリゴンとの隣接部、非隣接部、後続処理ポリゴンとの隣接部の順番とする。隣接しない辺と3辺に囲まれた部分65、66の2つの領域についての処理の順番は任意であり領域65を先に処理して領域66を後に処理、または逆にしてもかまわない。また、領域65、領域66をまとめて描画してもかまわない。

【0053】描画処理対象のポリゴンより先に描画する先行処理ポリゴンとの隣接辺を持たないが、描画処理対象のポリゴンより後に描画する後続処理ポリゴンと隣接辺を持つポリゴンにおける描画順は、描画処理対象のポリゴンより後に描画する後続処理ポリゴンとの隣接辺か

ら決定する。先行処理ポリゴン、後続処理ポリゴン両方と隣接辺を持たない場合は、予め決められた順番、例えば、Y座標が最大の頂点からY座標が最小の頂点への描画を最初に行うように決定する。

【0054】描画順決定手段40は、記憶手段49を有し、記憶手段49には、DDAセットアップ回路11から入力される各ポリゴンに対応するDDAセットアップデータと、そのポリゴンに対応して描画順決定手段40において算出され確定した描画順データ、または算出過程にある確定前の描画順データを記憶する。前述したように、ポリゴンの描画順を決定するためには、後続処理ポリゴンとの隣接辺の関係データが必要となる。したがって、記憶手段49は、描画順決定手段40に描画順を決定するために入力された描画順決定対象ポリゴンの1つ前の処理対象ポリゴンに関するDDAセットアップデータと確定前の仮の描画順データについても保持することになる。

【0055】描画順決定手段40に対して、DDAセットアップ回路11から、描画処理対象の1つのポリゴンに対応するDDAセットアップデータが入力されると、まず、記憶手段49に記憶された先行処理ポリゴンとの隣接辺を調べ、入力されたDDAセットアップデータに対応する描画順データの算出が実行される。

【0056】描画順データの算出は、前述のように、先行処理ポリゴンとの隣接部、非隣接部、後続処理ポリゴンとの隣接部の順番で決定されることになる。すなわち、後続するポリゴンとの隣接関係が明らかになることによって先行のポリゴンの描画処理手順が最終的に決定される。従って、記憶手段49に記憶されていた先行処理ポリゴンに対応するDDAセットアップデータと描画順データは、描画順決定手段40における後続のポリゴンの描画順の決定処理において、後続のポリゴンとの隣接辺を判明させることが必要となり、記憶手段49に格納されたポリゴンに対応する描画順データは、この後続のポリゴンの描画順算出処理の中で最終的に確定することになる。

【0057】描画順決定手段40は、上記処理によって描画順データが確定し、記憶手段49に記憶されたDDAセットアップデータと確定した描画順データとを、矩形領域データ生成手段41または42へ出力する。さらに、描画順決定手段40は、矩形領域データ生成手段41または42へ出力されたデータに対応するポリゴンの次の処理ポリゴンに対応するDDAセットアップデータと、それに対応する仮決定の描画順データとを、記憶手段49に記憶し、さらにその後、DDAセットアップ回路11から入力されるデータに基づいて、記憶手段49に記憶したポリゴンの描画順を確定して、確定した描画順データを矩形領域データ生成手段41または42へ出力する。描画順決定手段40は、これらの処理を繰り返し実行する。

【0058】図4に示すトライアングルDDA回路内の処理単位領域データ生成を行なう矩形領域データ生成手段41、42は、それぞれが、矩形領域単位でポリゴンの走査を行い、矩形領域内のポリゴンの内部にある複数のピクセルについての座標値、色、フォグ値、テクスチャ座標等のピクセル属性値を処理単位領域データとして求める矩形領域データ生成を行う。走査は、任意の辺について任意の方向に、また、辺ではない部分についても行う。矩形領域データ生成手段41、42は、並列処理可能な処理単位領域データ生成手段である。ここでは、2つの並列処理可能な構成例を示すが3以上の並列処理可能な処理手段を有する構成としてもよい。

【0059】矩形領域データ生成手段41、42において実行する矩形領域データ生成処理の具体例について図7を参照して説明する。各ポリゴンの描画はポリゴン内に含まれる1以上の処理単位領域としての矩形領域における処理単位領域データ、すなわち処理単位領域としての矩形領域に含まれるピクセルについての座標値、色、フォグ値、テクスチャ座標等のピクセル属性値を求める処理として行われる。図7に示すように、1つのポリゴン70に対して矩形領域71、72のように、複数の辺75、76に共有される場合があるが、矩形領域データ生成手段41、42は、1つのポリゴンにおいて、座標が重複することのない矩形領域データを生成する。

【0060】例えば、辺を描画する場合には、辺の開始頂点を含む矩形領域から、辺の終了頂点を含む矩形領域の直前までの矩形領域データを生成すると決める。この規則に従うと、辺を描画する方向は、図5に示した様に時計回り、又は反時計回りいずれかのループ状になる。2辺に共有される処理単位領域としての矩形領域は、当該ループにおいて、前方を描画する辺として描画される。

【0061】図8に矩形領域データの生成例を示す。辺を描画する方向は、図8の矢印に示すように、時計回りのループとして設定したものとする。矩形領域81は、辺82と辺83とに共有されている。この場合、辺82と辺83との関係において、時計回りのループの前方にある辺は辺83なので、矩形領域81は、辺83の一部として描画される。ポリゴンを構成する3辺に共有される矩形領域は、描画順が一番最初の辺として描画する。

【0062】矩形領域データ生成手段41、42は、生成した矩形領域データを、矩形領域データ統合手段47へ出力する。矩形領域データは、前述したように、矩形領域内のポリゴンの内部にある複数のピクセルについての座標値、色、フォグ値、テクスチャ座標を持つ。

【0063】図4に示すトライアングルDDA回路12内の隣接辺モードレジスタ43、44は、矩形領域データ生成手段41、42に接続され、接続している矩形領域データ生成手段41、42の処理対象が隣接辺なのか非隣接部なのかを示す値を保持する。隣接辺であれば

「1」を保持し、非隣接であれば、「0」を保持する。隣接辺モードレジスタが「1」を保持する場合を、隣接辺モードといい、隣接辺モードレジスタが「0」を保持する場合を、非隣接モードという。

【0064】図4に示すトライアングルDDA回路12内のモード終了レジスタ45、46は、矩形領域データ生成手段41、42に接続され、接続している矩形領域データ生成手段41、42が、隣接辺を描画し終わった場合、または、非隣接部を描画し終わった場合に「1」を保持する。描画が終了していなければ「0」を保持する。

【0065】図9に、トライアングルDDA回路12内の矩形領域データ生成手段41、矩形領域データ生成手段42が、連続するポリゴンの矩形領域データを生成する際の処理のフローチャートを示す。以下、当フローに従って処理の詳細を説明する。

【0066】ステップS101：隣接辺モードレジスタ43、44の両方が「1」（隣接辺モード）であるかを判定する。隣接辺モードレジスタ43、44の両方が

「1」すなわち、隣接辺モードレジスタ43、44の接続されている矩形領域データ生成手段41、矩形領域データ生成手段42のいずれもが、隣接辺の描画処理実行を示す場合は、ステップS102に進み、それ以外は、ステップS104に進む。

【0067】なお、本発明の描画装置では、図4に示すように、2つの矩形領域データ生成手段41、42を有し、これらの2つの矩形領域データ生成手段41、42が隣接辺モードでは、隣接する2つのポリゴンについての共有する隣接辺についての矩形領域データ生成を並列に実行し、また、非隣接モードでは、1つのポリゴンに属する異なる矩形領域についての矩形領域データ生成処理を並列に実行する。

【0068】ステップS102：非隣接モードから隣接辺モードへの遷移直後で、矩形領域データ生成手段41と矩形領域データ生成手段42とに保持されているDDAセットアップデータが同じポリゴンに対応するものである場合に、隣接辺モードでの処理、すなわち、隣接する2つのポリゴンについての共有する隣接辺についての矩形領域データ生成を並列に実行するために、一方の矩形領域データ生成手段に保持されたDDAセットアップデータを1つ入れ替える必要がある。ステップS102は、この入れ替え処理の可否を判定する処理であり、矩形領域データ生成手段41と矩形領域データ生成手段42とに保持されているDDAセットアップデータが同じポリゴンに対応するものであるか否かを判定する。Yesの判定の場合は、ステップS103に進み、Noの判定の場合は、ステップS107に進む。

【0069】ステップS103：矩形領域データ生成手段41と矩形領域データ生成手段42とに保持されているDDAセットアップデータが同じポリゴンに対応する

ものであれば、矩形領域データ生成手段41に次の処理対象のポリゴンに対応する新しいDDAセットアップデータを入力する。

【0070】ステップS104：隣接辺モードレジスタ43、44の両方が「0」（非隣接モード）であるかを調べる。すなわち、隣接辺モードレジスタ43、44の接続されている矩形領域データ生成手段41、矩形領域データ生成手段42のいずれもが、非隣接部の描画処理実行を示す場合は、ステップS105に進み、それ以外は、ステップS107に進む。

【0071】ステップS105：隣接辺モードから非隣接モードへの遷移直後で、矩形領域データ生成手段41と矩形領域データ生成手段42とに保持されているDDAセットアップデータが異なるポリゴンに対応するものである場合に、非隣接モードでの処理、すなわち、1つのポリゴンについての異なる矩形領域データ生成を並列に実行するために、一方の矩形領域データ生成手段に保持されたDDAセットアップデータを入れ替える必要がある。ステップS105は、この入れ替え処理の可否を判定する処理であり、矩形領域データ生成手段41と矩形領域データ生成手段42とに保持されているDDAセットアップデータが異なるポリゴンに対応するものであるか否かを判定する。Yesの判定の場合は、ステップS106に進み、Noの判定の場合は、ステップS107に進む。

【0072】ステップS106：矩形領域データ生成手段41と矩形領域データ生成手段42とに保持されているDDAセットアップデータが異なっていれば、矩形領域データ生成手段42に新しいDDAセットアップデータを入力する。ここで、矩形領域データ生成手段42に入力されたデータは、ステップS103で矩形領域データ生成手段41に入力されたデータと同じ、すなわち同一のポリゴンに対応するデータである。矩形領域データ生成手段41、矩形領域データ生成手段42は、同一のポリゴンに対応するDDAセットアップデータに基づいて、1つのポリゴンに属する異なる矩形領域についての矩形領域データ生成処理を並列に実行することになる。

【0073】ステップS107：矩形領域データ生成手段41については、モード終了レジスタ45が「1」でなければ、矩形領域データの生成処理を実行する。同様に、矩形領域データ生成手段42においても、モード終了レジスタ46が「1」でなければ、矩形領域データの生成処理を実行する。

【0074】ステップS108：矩形領域データ生成手段41が、現在描画している描画モードが終了したら、モード終了レジスタ45に「1」をセットする。同様に、矩形領域データ生成手段42が、現在描画している描画モードが終了したら、モード終了レジスタ46に、「1」をセットする。

【0075】ステップS109：モード終了レジスタ4

5、モード終了レジスタ46の両方に「1」がセットされたか否かを判定する。モード終了レジスタ46の両方に「1」がセットされ、各矩形領域データ生成手段41, 42の処理が終了したことが確認されると、ステップS110に進む。

【0076】ステップS110：モード終了レジスタ45、モード終了レジスタ46の両方に「1」がセットされているならば、隣接辺モードレジスタ43、隣接辺モードレジスタ44の両方の描画モードを切り替える。つまり、隣接辺モードレジスタの値が「1」ならば「0」10を入力し、レジスタの値が「0」ならば「1」をセットする。さらに、モード終了レジスタ45、モード終了レジスタ46の両方の値を0にする。

【0077】このように、隣接辺モードレジスタ43、隣接辺モードレジスタ44では、隣接辺モードにおいて、隣接する2つのポリゴンについての共有する隣接辺についての矩形領域データ生成を並列に実行し、また、非隣接モードにおいて、1つのポリゴンに属する異なる矩形領域についての並列処理を実行する。隣接辺モードレジスタ43、隣接辺モードレジスタ44では、これら20の処理を繰り返し実行することになる。

【0078】図4に示すトライアングルDDA回路12内の矩形領域データ統合手段47は、矩形領域データ生成手段41, 42と接続され、同一座標を位置情報として持つ異なるポリゴンに属する複数の矩形領域データを、矩形領域内での有効なピクセルの数がより多い矩形領域データに統合する処理を実行する。

【0079】図10に、矩形領域データ統合手段47の詳細構成図を示す。矩形領域データ統合手段47は、矩形領域データ記憶手段48、矩形領域データ選択手段471、矩形領域データ比較手段472、統合矩形領域データ生成手段473を有する。30

【0080】矩形領域データ記憶手段48は、矩形領域データ生成手段41, 42から入力された矩形領域データを複数個（例えば最大6個分）保持する。なお、本実施形態では、バッファが保持できる矩形領域データの数は6としたが、例えば4や10であってもかまわない。ただし、統合を効率的に行うためにも、少なくとも矩形領域データ生成手段の数以上であることが望ましい。

【0081】矩形領域データ選択手段471は、テクスチャエンジン回路13へ出力する矩形領域データを、矩形領域データ記憶手段48から選択する。選択は、矩形領域データ記憶手段48へ入力後、予め定められた時間以上たった矩形領域データのうち、最も古いデータが選ばれる。なお、本実施形態では、時間を選択の基準としたが、例えば、領域データにおける有効ピクセルの数を基準としてもよい。また、時間と有効ピクセルの数との両方を基準としてもよい。40

【0082】矩形領域データ比較手段472は、矩形領域データ選択手段471によって選択された矩形領域デ

ータと、矩形領域データ記憶手段48に記憶されている矩形領域データとを比較する。矩形領域データ選択手段471によって選択された矩形領域データと統合できる矩形領域データが、矩形領域データ記憶手段48に格納されていれば、これらの統合可能な2つの矩形領域データを、統合矩形領域データ生成手段473に出力する。統合できる矩形領域データがなかった場合は、矩形領域データ選択手段471において選択された矩形領域データを単独でテクスチャエンジン回路13へ出力する。

【0083】2つの矩形領域データが統合できるかどうかの判断は、各矩形領域データの持つ位置情報と各矩形領域内のピクセルの位置とで決まる。矩形領域データ同士の位置情報が同じで、かつ、矩形領域内のピクセルの位置が重複しない場合に、統合が可能と判断される。図11に、統合できる場合と統合できない場合との例を示す。

【0084】図11(a)に示すように、矩形領域データ(a-1)と、矩形領域データ(a-2)とは、矩形領域データ同士の位置情報が同じで、かつ、矩形領域内のピクセルの位置が重複しない場合の例であり、統合が可能と判断される。一方、図11(b)は、矩形領域データ(b-1)と、矩形領域データ(b-2)とが、矩形領域データ同士の位置情報は同じであるが、矩形領域内のピクセルの位置が重複する場合の例であり、統合が不可能と判断される。

【0085】図10に示す矩形領域データ統合手段47中の統合矩形領域データ生成手段473は、同じ位置情報を持つ2つの矩形領域データを統合し、一つの矩形領域データを生成する。生成された矩形領域データは、もとの2つの矩形領域データそれぞれが保持していた有効ピクセルのデータを持つ。位置情報は、もとの矩形領域データと同じである。統合された新しい矩形領域データは、矩形領域データ記憶手段48へ記録する。

【0086】図12に、矩形領域データ統合手段47における統合矩形領域データ生成手段473の実行する統合処理の具体例を示す。統合矩形領域データ生成手段473は、同じ位置情報を持つ2つの矩形領域データ(a), (b)を統合し、一つの矩形領域データ(c)を生成する。生成された矩形領域データ(c)は、もとの2つの矩形領域データ(a) (b)それぞれが保持していた有効ピクセル((a)=4, (b)=3)のトータルの有効ピクセル数((C)=7)のデータを持つ。統合された矩形領域データ(c)の位置情報は、もとの矩形領域データ(a), (b)の位置情報と同じである。

【0087】統合矩形領域データ生成手段473は、同じ位置情報を持つ矩形領域データを統合して、矩形領域データ記憶手段48に書き戻す処理を実行する。このように統合された矩形領域データは矩形領域データ記憶手段48へ、再び戻されるので、再度、統合の対象となる

可能性がある。そのため、3つ以上の矩形領域データを一つの矩形領域データにまとめることが可能である。

【0088】図13に、矩形領域データ統合手段47における統合矩形領域データ生成手段473において3つ以上の矩形領域データを一つの矩形領域データにまとめる場合の処理例を示す。統合矩形領域データ生成手段473は、まず、同じ位置情報を持つ2つの矩形領域データ(a)、(b)を統合し、一つの矩形領域データを生成する。さらに、まとめた矩形領域データ(a) +

(b)に対して、矩形領域データ(c)を統合し、一つの矩形領域データを生成する。さらに、まとめた矩形領域データ(a) + (b) + (c)に対して、矩形領域データ(d)を統合し、一つの矩形領域データを生成する。さらに、まとめた矩形領域データ(a) + (b) + (c) + (d)に対して、矩形領域データ(e)を統合し、一つの矩形領域データ(f) = (a) + (b) + (c) + (d) + (e)を生成する。

【0089】生成された矩形領域データ(f)は、もとの5つの矩形領域データ(a)、(b)、(c)、(d)、(e)それぞれが保持していた有効ピクセル((a) = 1, (b) = 1, (c) = 2, (d) = 3, (e) = 1)のトータルの有効ピクセル数((f) = 8)のデータを持つ。統合された矩形領域データ(f)の位置情報は、もとの矩形領域データ(a)、(b)、(c)、(d)、(e)それぞれの位置情報と同じである。

【0090】図14に、矩形領域データ統合手段47が、矩形領域データをテクスチャエンジン回路13へ出力する際に実行する処理の詳細を説明するフローチャートを示す。以下、フローチャートに示す各ステップの処理について説明する。

【0091】ステップS201：矩形領域データ選択手段471が、矩形領域データ記憶手段48から統合する候補となる矩形領域データを選択する。選択は、矩形領域データ記憶手段48へ入力されてから一定時間以上たった矩形領域データの中で、最も古いものが選ばれる。

【0092】ステップS202：矩形領域データ比較手段472が、矩形領域データ選択手段471によって選択された矩形領域データと矩形領域データ記憶手段48の中の矩形領域データとを比較し、統合できるかどうかを調べる。比較は、矩形領域データの位置情報が同じかどうか、矩形領域内のピクセルの位置が重複していないかを基準に行われる。

【0093】ステップS203：矩形領域データ選択手段471によって選択された矩形領域データと統合可能な矩形領域データが矩形領域データ記憶手段48の中にあるかどうか。あれば、ステップS204へ進む。なければ、ステップS205へ進む。

【0094】ステップS204：統合矩形領域データ生成手段473が、同じ位置情報を持つ矩形領域データを

統合して、矩形領域データ記憶手段48に書き戻す。統合された矩形領域データは矩形領域データ記憶手段48へ戻されるので、再び統合の対象となる可能性がある。そのため、先に説明した図13のように、3つ以上の矩形領域データを一つの矩形領域データにまとめることが可能である。

【0095】ステップS205：矩形領域データ選択手段471によって選択された矩形領域データを、テクスチャエンジン回路13へ出力する。

【0096】このような手順によって、異なるポリゴンに対応して設定される処理単位領域としての矩形領域の矩形領域データが統合され、統合された矩形領域データが図1に示すテクスチャエンジン回路13に出力されて処理されることになる。テクスチャエンジン回路13では、トライアングルDDA回路12から入力された矩形領域データのうち、有効な値を持つピクセルについての色、フォグ値、座標等を決定して、メモリインタフェース回路14を介して、グラフィクスメモリ15に書き込む。

【0097】テクスチャエンジン回路13では、統合された矩形領域データに対して処理を実行することが可能となるので、従来のように各単位図形(ポリゴン)ごとに設定された処理単位領域毎に処理を実行する場合に比較して、処理対象となる単位領域(矩形領域データ)の数が減少し、また、1つの単位領域(矩形領域データ)に含まれる有効ピクセル数も、統合処理によって増加することになり、効率的な処理が可能となる。

【0098】なお、本実施形態では、矩形領域データ比較手段472から統合矩形領域データ生成手段473へ渡され、1度の統合処理において統合する矩形領域データは2つとしたが、2つである必要はなく、統合矩形領域データ生成手段は、3以上の矩形領域データの統合可能性をまとめて判定して3以上の矩形領域データの統合を一度に実行してもよい。この場合は、先に図13で説明した複数の矩形領域データ(a)～(e)を、順次2つつつ処理することなく、矩形領域データ(a)～(e)を一括して統合して矩形領域データ(f)を生成することになる。

【0099】また、先に図11を参照して説明したように、本実施形態では、矩形領域データの統合を行う場合に、領域内でピクセルの位置が重複する場合は統合できないとしたが、重複するピクセル同士を統合して新しいピクセルを生成してもよい。この場合には、例えば、ピクセルの色の混合による新たな色を生成するなど、ピクセルに対応するレンダリングデータとしての色、フォグ値等を、複数の同一位置のピクセルに対応するデータに基づいて決定して、新たな統合された矩形領域データに含まれるピクセルのレンダリングデータとして設定する。

【0100】さらに、矩形領域データ生成手段は、本実

施形態では、図4を参照して説明したように、矩形領域データ生成手段41、42の2つを有する構成例として説明したが、矩形領域データ生成手段は、2つである必要はなく、例えば4つ、8つであってもかまわない。この場合、同時に発生できる矩形領域データの数が増える、という利点がある。

【0101】また、トライアングルDDA回路12は、本実施形態では、ポリゴンの隣接関係を考慮するために図4に示すように、隣接関係に基づいて、描画順を決定するための描画順決定手段を有する構成とするとともに、隣接辺モードレジスタにおいて、処理モードの判定可能な構成として、さらに、モード終了レジスタを設けてモード終了を判定可能とした構成としたが、例えば隣接関係を考慮することなく描画を実行する構成であれば、これらの各構成を省略し、1以上の矩形領域データ生成手段と、矩形領域データ統合手段を有し、矩形領域データ生成手段によって生成される複数の矩形領域データを統合して1つの統合矩形領域データを出力する構成としてもよい。

【0102】また、本実施形態では、矩形領域をピクセル処理の1つの単位領域として設定したが、この単位領域は、複数ピクセルを含む任意形状の領域として設定可能である。

【0103】次に、図1に戻り、トライアングルDDA回路12の出力データの処理を実行する各構成要素の処理について説明する。

【0104】テクスチャエンジン回路13は、トライアングルDDA回路12とメモリアインタフェース回路14とに接続し、入力された矩形領域データのうち、有効な値の入っている複数のピクセルについて同時に、対応するデータを、グラフィクスメモリ15から、メモリアインタフェース回路14を介して読み出し、ピクセルの色との混合処理を行い、さらに、フォグ値を用いて、フォグ色との混合を行う。最後に、ピクセルの座標と色とz値を、メモリアインタフェース回路14を介して、グラフィクスメモリ15に書き込む。

【0105】メモリアインタフェース回路14は、テクスチャエンジン回路13、グラフィクスメモリ15、表示コントローラ回路16とに接続し、テクスチャエンジン回路13から入力されたテクスチャ座標に対応する値を算出するために、例えば、1点のテクスチャ座標について、グラフィクスメモリ15から近傍の4点値を読み出し、距離に応じた線形補間を行うなどの処理を行い、算出した値をテクスチャエンジン回路13へ出力する。また、テクスチャエンジン回路13から入力されたピクセルの座標値をもとに、もし、入力されたz値が、グラフィクスメモリ15のピクセルの座標値に対応するz値よりも手前（視点側）にあれば、色とz値とを、グラフィクスメモリ15に書き込む。また、半透明な物質の表現のために、グラフィクスメモリ15の色と、入力の色と

を混合してグラフィクスメモリ15に書き込む場合もある。表示コントローラ回路16から、グラフィクスメモリ15の読み出し要求を受けた場合は、グラフィクスメモリ15から、要求を受けたデータの色を出力する。

【0106】グラフィクスメモリ15は、メモリアインタフェース回路と接続し、テクスチャデータやピクセルの色及びz値を記憶する。メモリアインタフェース回路からの読み込み、書き込み要求に応じて、データの書き換えや出力を行う。

【0107】表示コントローラ回路16は、メモリアインタフェース回路14と接続し、与えられた水平及び垂直同期信号に同期して、図示しないCRT等の表示手段に表示するアドレスを発生し、グラフィクスメモリ15から表示データを読み出す要求をメモリアインタフェース回路14へ出力する。メモリアインタフェース回路14からの入力である表示データは、内蔵する記憶回路に記憶され、アナログ形式のRGBデータへの変換処理を行い、一定の時間間隔でCRT等の表示手段へ出力される。

【0108】次に、図1に示す3次元コンピュータグラフィックスシステム1の動作についてまとめて説明する。まず、ポリゴンレンダリングデータがメインバス6を介してメインプロセッサ4からトライアングルDDA回路12へ出力される。DDAセットアップ回路11において、三角形の垂直方向、水平方向の変分データが算出され、算出データが、トライアングルDDA回路12の描画順決定手段40へ出力される。

【0109】トライアングルDDA回路12の描画順決定手段40は、DDAセットアップ回路11から入力されたDDAセットアップデータに基づいて、描画順データを算出（未確定）し、DDAセットアップデータとともに記憶手段49に記憶する。そして、記憶手段49に記憶されているポリゴンの次に描画されるDDAセットアップデータが、同様にDDAセットアップ回路11から描画順決定手段40へ出力されると、記憶手段49に記憶された先行処理ポリゴンのDDAセットアップデータと描画順データとが確定し、矩形領域データ生成手段41、または矩形領域データ生成手段42へ出力できる状態になる。

【0110】矩形領域データ生成手段41、42は、ポリゴンの隣接辺を処理する場合は、隣接している二つのポリゴンに属する矩形領域データの生成処理をそれぞれ並列に実行し、非隣接部を処理する場合は同じポリゴンに属する矩形領域データの生成処理をそれぞれ並列に実行する。非隣接部の処理が終了して、隣接部の処理へ移るときにまず矩形領域データ生成手段41が描画順決定手段40からデータを受け取る。このとき、矩形領域データ生成手段42は前のポリゴンの処理を行うことになる。そして、隣接部の処理が終了して非隣接部の処理へ移るときに、矩形領域データ生成手段42が描画順決定手段40からデータを受け取る。このとき、矩形領域デ

ータ生成手段41、42は同じポリゴン进行处理する。発生する矩形領域データの一つおきにするなどして、矩形領域データ生成手段41、42は同一ポリゴンの処理を分担する。非隣接部の処理が終了して、再び隣接部の処理へ移ると次に描画するポリゴンのデータを矩形領域データ生成手段41へ入力する。このようにして、隣接部、非隣接部について、矩形領域データを生成し、矩形領域データ記憶手段48へ出力する。

【0111】矩形領域データ統合手段47は、矩形領域データ記憶手段48のデータのうち、同一領域となるデータ同士を統合し、テクスチャエンジン回路13へ出力する。

【0112】テクスチャエンジン回路13では、矩形領域データ内の有効なピクセルについて、複数のピクセルに対して同時に、テクスチャ座標に対応する値をグラフィクスメモリ15からメモリインタフェース回路14を介して読み出し、ピクセルの色とテクスチャの値とを混合し、さらに、フォグ値を用いて、フォグ色を混合し、ピクセルの座標と色とz値をメモリインタフェース回路14へ出力する。

【0113】メモリインタフェース回路14は、入力されたz値と色とを用いて、入力された座標におけるグラフィクスメモリ15の色へ上書き、または混合した後に上書きを行う。

【0114】表示コントローラ回路16は、メモリインタフェース回路14を介してグラフィクスメモリ15のピクセルの色を読み出し、CRT等の表示手段へアナログ形式のRGBデータとして出力する。以上の動作で、モデルの描画を効率的に行うことができる。

【0115】なお、本実施形態では、一度の描画で各ポリゴンの隣接部、非隣接部を交互に描画する処理例を示したが、モデルの各ピクセルのz値と色とを書き込むまでを一動作として設定し、各動作単位に、隣接部、非隣接部を交互に処理を行なう構成としてもよい。すなわち、一度目は隣接部のz値と色の処理を実行し、二度目は非隣接部のz値と色の処理を実行する、または、逆に一度目は非隣接部のz値と色を、二度目は隣接部のz値と色を処理する、という処理構成としてもよい。

【0116】以上、特定の実施例を参照しながら、本発明について詳解してきた。しかしながら、本発明の要旨を逸脱しない範囲で当業者が該実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本発明の要旨を判断するためには、冒頭に記載した特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

【0117】なお、明細書中において説明した一連の処理はハードウェア、またはソフトウェア、あるいは両者の複合構成によって実行することが可能である。ソフトウェアによる処理を実行する場合は、処理シーケンスを記録したプログラムを、専用のハードウェアに組み込ま

れたコンピュータ内のメモリにインストールして実行させるか、あるいは、各種処理が実行可能な汎用コンピュータにプログラムをインストールして実行させることが可能である。

【0118】例えば、プログラムは記録媒体としてのハードディスクやROM (Read Only Memory)に予め記録しておくことができる。あるいは、プログラムはフロッピー(登録商標)ディスク、CD-ROM (Compact Disc Read Only Memory)、MO (Magnetooptical)ディスク、DVD (Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体に、一時的あるいは永続的に格納(記録)しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。

【0119】なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトから、コンピュータに無線転送したり、LAN (Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介して、コンピュータに有線で転送し、コンピュータでは、そのようにして転送されてくるプログラムを受信し、内蔵するハードディスク等の記録媒体にインストールすることができる。

【0120】なお、明細書に記載された各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的あるいは個別に実行されてもよい。また、本明細書においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるものには限らない。

【0121】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の画像処理装置および方法によれば、連続する単位図形を描画する場合、処理を行う単位領域データを統合することによって、処理単位領域内に占める有効な画素数を増やし、かつ、処理単位領域データの総数を減らすことができる。その結果、画像の効率的な描画が可能となる。すなわち、ポリゴン等の連続する単位図形の描画処理を実行する構成において、同時に処理が可能な領域データの統合処理を実行して描画を行なう構成とすることで、一処理において処理する単位領域内の有効画素数を増やすことが可能となり、また領域データ数の減少が図れ、描画処理の効率化が実現される。

【0122】また、本発明のグラフィック演算装置およびその方法によれば、ポリゴンの連続描画処理において、各ポリゴンに対応した単位領域、例えば矩形領域データを独立に処理せず、隣接するポリゴンの隣接辺にまたがって存在する矩形領域については、各ポリゴンに対応するそれぞれの矩形領域データを統合して1つの矩形領域データを生成して処理を実行する構成としたので、画像の効率的な描画が可能となる。

【0123】また、本発明のグラフィック演算装置およ

びその方法によれば、処理単位領域のデータを、ポリゴン等の単位図形の隣接関係を考慮して生成する構成としたので、処理単位領域の統合の可否の判定が容易となり、統合処理が効率的に実行され、画像の効率的な描画が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の画像処理装置において実行される矩形領域データの統合処理について説明する図である。

【図 3】本発明の画像処理装置において実行される矩形領域データの統合処理について説明する図である。

【図 4】本発明の画像処理装置におけるトライアングル DDA 回路の詳細構成を示すブロック図である。

【図 5】本発明の画像処理装置において実行されるポリゴンの処理手順について説明する図である。

【図 6】本発明の画像処理装置において実行されるポリゴンの処理手順について説明する図である。

【図 7】本発明の画像処理装置において実行されるポリゴンの処理手順、および矩形領域データについて説明する図である。

【図 8】本発明の画像処理装置において実行されるポリゴンの処理手順、および矩形領域データについて説明する図である。

【図 9】本発明の画像処理装置のトライアングル DDA 回路において実行される処理を説明するフローチャートである。

【図 10】本発明の画像処理装置のトライアングル DDA 回路内の矩形領域データ統合手段の詳細構成を示すブロック図である。

【図 11】本発明の画像処理装置の領域データ統合手段において実行される矩形領域データの統合処理について説明する図である。

【図 12】本発明の画像処理装置の領域データ統合手段において実行される矩形領域データの統合処理について説明する図である。

* 【図 13】本発明の画像処理装置の領域データ統合手段において実行される矩形領域データの統合処理について説明する図である。

【図 14】本発明の画像処理装置の領域データ統合手段において実行される処理を説明するフローチャートである。

【図 15】画像処理装置におけるポリゴンの矩形領域単位処理を説明する図である。

【図 16】画像処理装置でのポリゴンの矩形領域単位処理における問題点を説明する図である。

【符号の説明】

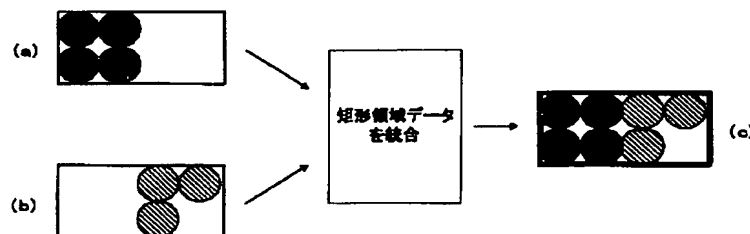
- 1 3次元コンピュータ・グラフィックスシステム
- 2 メインメモリ
- 3 I/Oインタフェース回路
- 4 メインプロセッサ
- 5 レンダリング回路
- 6 メインバス

- 11 DDAセットアップ回路
- 12 トライアングル DDA 回路
- 13 テクスチャエンジン回路
- 14 メモリインタフェース回路
- 15 グラフィクスメモリ
- 16 表示コントローラ回路

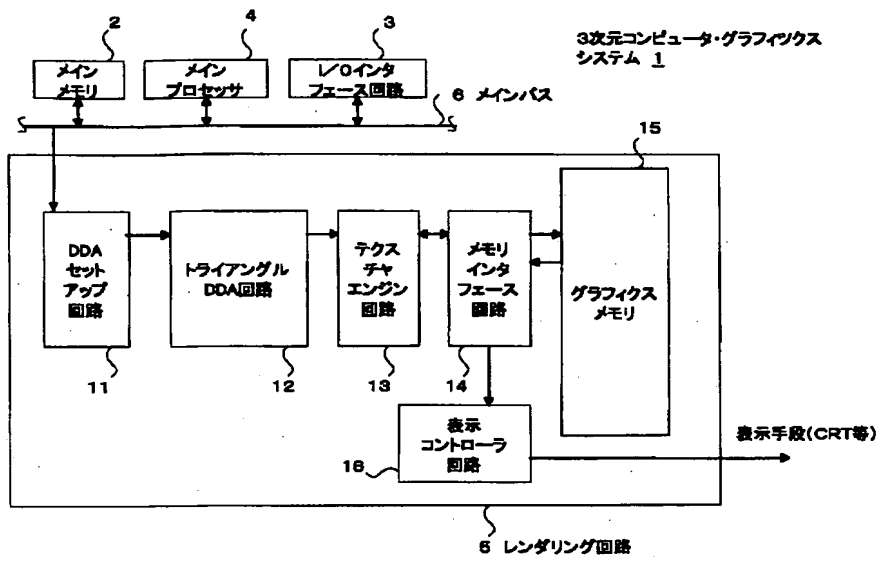
- 40 描画順決定手段
- 41 矩形領域データ生成手段
- 42 矩形領域データ生成手段
- 43 隣接辺モードレジスタ
- 44 隣接辺モードレジスタ
- 45 モード終了レジスタ
- 46 モード終了レジスタ
- 47 矩形領域データ統合手段
- 48 矩形領域データ記憶手段
- 49 記憶手段

- 471 矩形領域データ選択手段
- 472 矩形領域データ比較手段
- 473 統合矩形領域データ生成手段

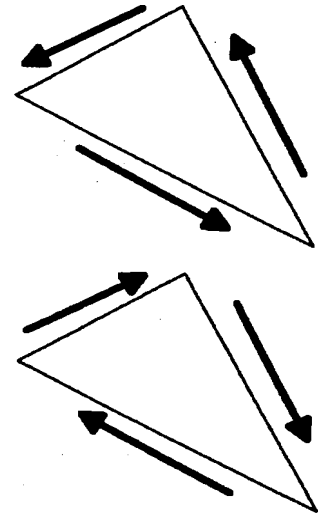
【図 12】



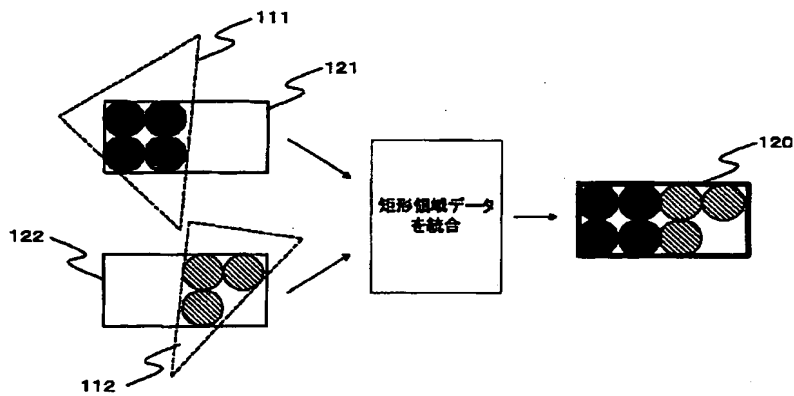
【図1】



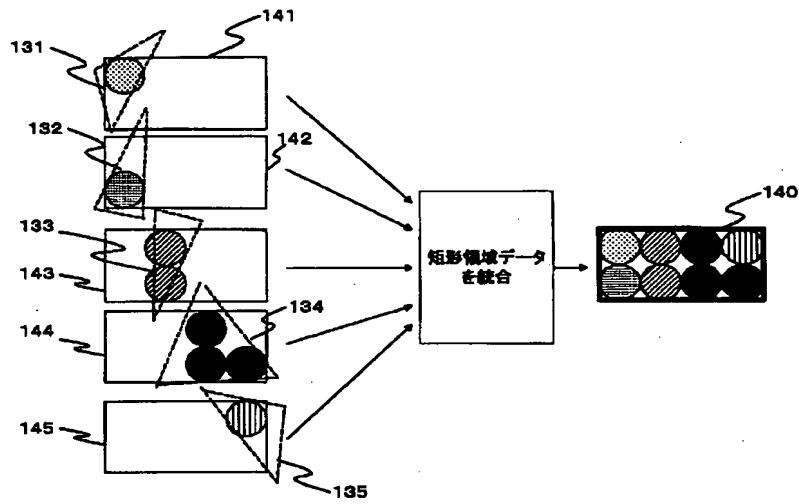
【図5】



【図2】

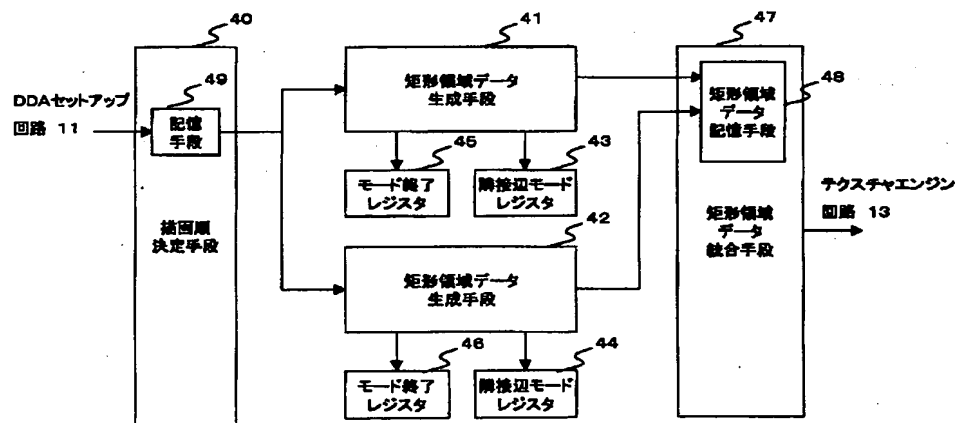


【図 3】

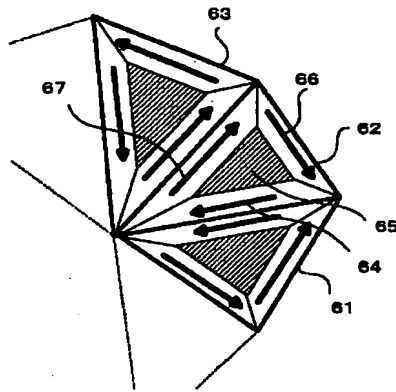


【図 4】

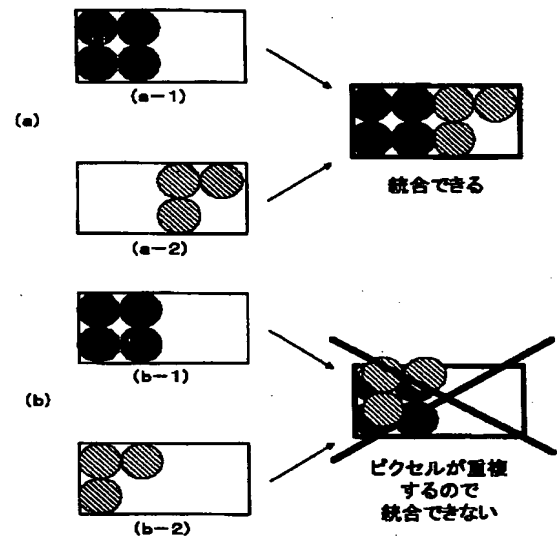
トライアングルDDA回路 12



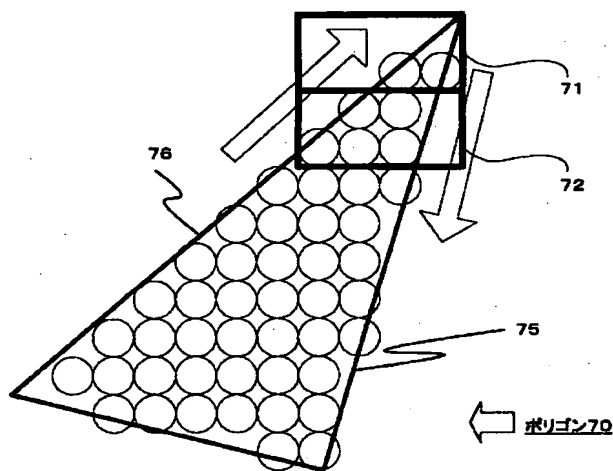
【図6】



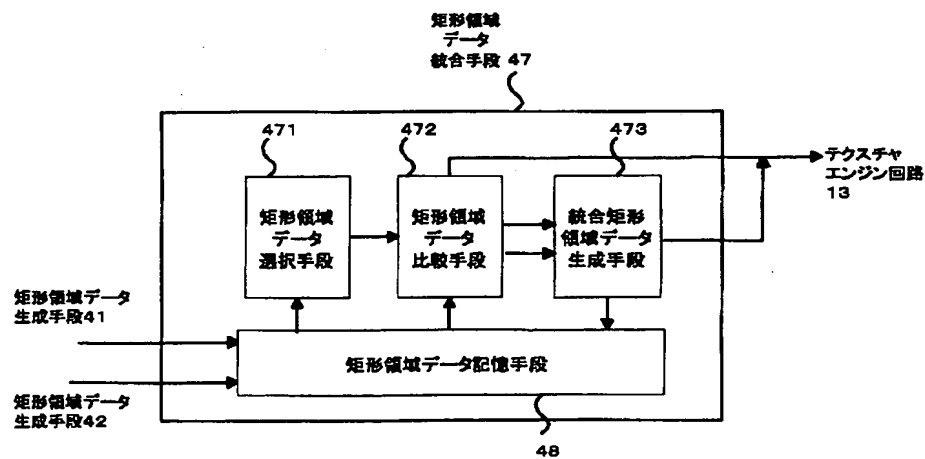
【図11】



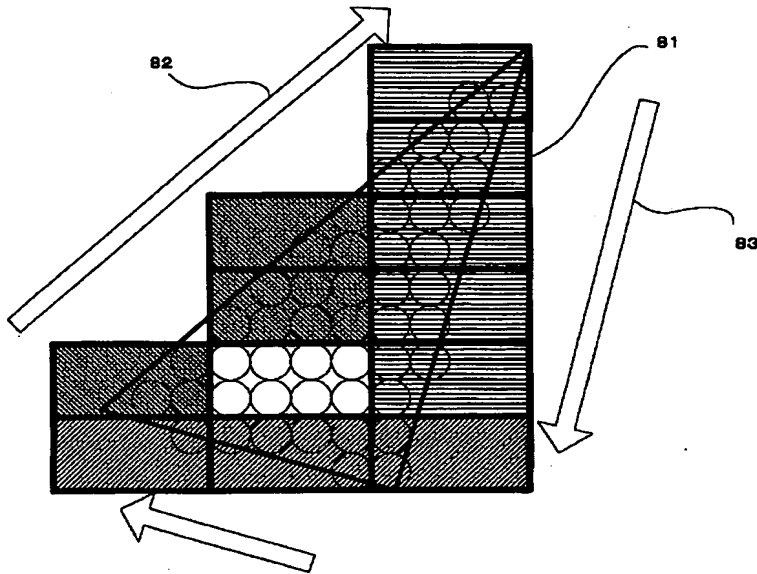
【図7】



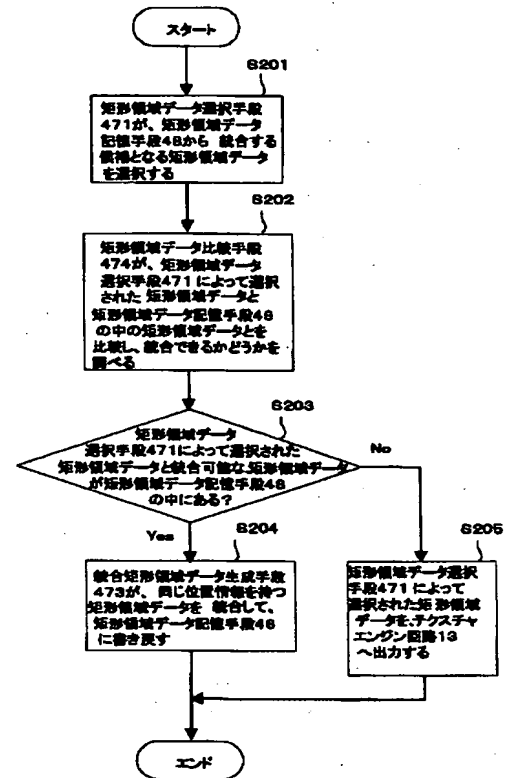
【図10】



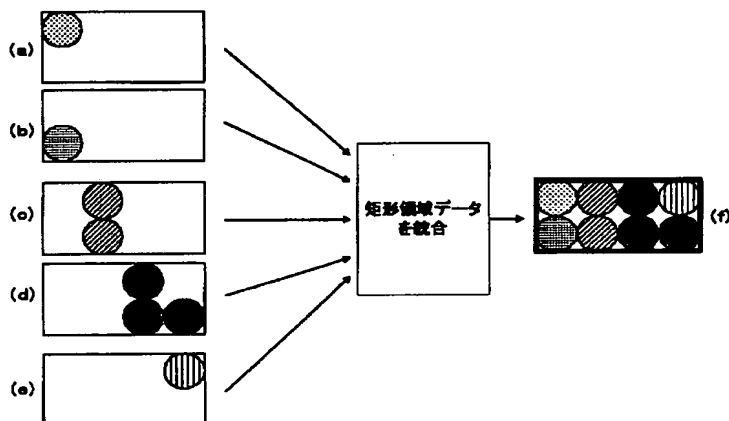
【図 8】



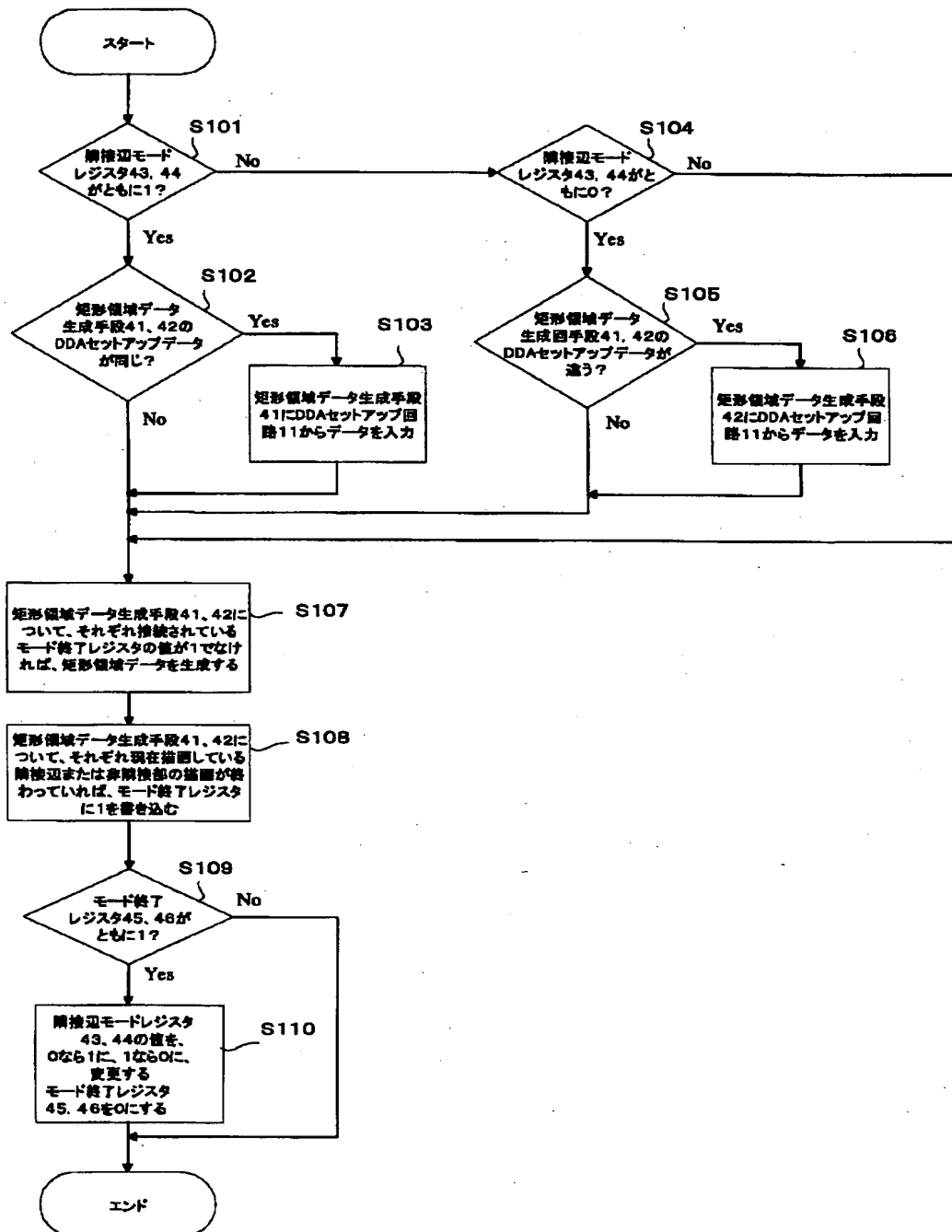
【図 14】



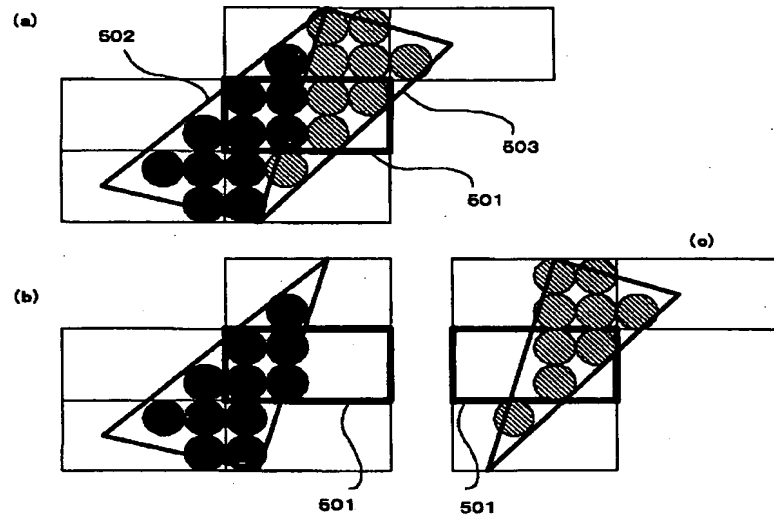
【図 13】



【図9】



【図 15】



【図 16】

